



**Исполнительный комитет
Электроэнергетического Совета СНГ**

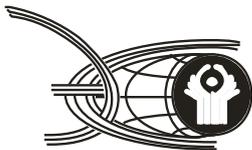


**ТИПОВАЯ МЕТОДИКА
выполнения измерений потерь
напряжения в линиях соединения счетчика с
трансформатором напряжения**

ИКЭС-МТ-036-2012

**Москва
2012**

**Электроэнергетический Совет Содружества Независимых Государств
Исполнительный комитет ЭЭС СНГ**



**ТИПОВАЯ МЕТОДИКА
выполнения измерений потерь напряжения в линиях соединения
счетчика с трансформатором напряжения**

ИКЭС-МТ-036-2012

**Москва
2012**



Проект НТД разработан Обществом с ограниченной ответственностью «ДиалогЭлектроАудит» (ООО «ДиалогЭлектроАудит») и Рабочей группой по метрологическому обеспечению Электроэнергетической отрасли СНГ.

НТД Утверждён Решением Электроэнергетического Совета Содружества Независимых Государств (Протокол № 42 от 19 октября 2012 года, г. Минск)



Анотация

Настоящая методика устанавливает порядок выполнения измерений (МВИ) потерь напряжения в линиях присоединения счетчика электроэнергии (далее – счетчик) к трансформатору напряжения (ТН) в условиях эксплуатации без вывода трансформатора напряжения из работы.

Разработка настоящей методики обусловлена необходимостью получения легитимной измерительной информации о значении потерь напряжения в линиях присоединения счетчика электроэнергии к трансформатору напряжения в измерительных комплексах (или каналах) учета электроэнергии и (или) мощности в условиях эксплуатации при:

- паспортизации измерительных комплексов и каналов учета электроэнергии (измерительных каналов – в составе автоматизированных информационно-измерительных систем учета электроэнергии или в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии);

- проведении энергетических обследований систем учета электроэнергии на энергообъектах;

- контроле точности получаемых результатов измерений электроэнергии,

- обеспечении требований оптового и розничного рынков при коммерческом и техническом учете электроэнергии и (или) мощности.

МВИ предназначена для применения с целью получения результатов измерений потерь напряжения в диапазоне от 0,02 до 2 В в цепях напряжения трехфазных счетчиков с погрешностью, не превышающей приписанной характеристики погрешности измерений.

МВИ распространяется на счетчики классов точности от 0,2S до 2,5 и ТН классов точности от 0,2 до 3, входящие в состав систем коммерческого и технического учета электроэнергии и (или) мощности.



Содержание

1. Область применения	5
2. Нормативные ссылки	5
3. Термины и определения.....	5
4. Требования к точности измерений	6
5. Средства измерений, вспомогательные устройства.....	6
6. Методы измерений	6
7. Требования безопасности	8
8. Требования к квалификации операторов	8
9. Условия выполнения измерений.....	8
10. Подготовка к выполнению измерений	9
11. Выполнение измерений	9
12. Обработка (вычисление) результатов измерений	10
13. Оформление результатов измерений.....	11
14. Процедуры и периодичность контроля точности получаемых результатов измерений.....	11
Приложение А.....	13
Приложение Б	14
Приложение В.....	15
Библиография.....	16



1. Область применения

Настоящая методика устанавливает порядок выполнения измерений (МВИ) потерь напряжения в линиях присоединения счетчика электроэнергии (далее – счетчик) к трансформатору напряжения (ТН) в условиях эксплуатации на энергообъектах и у потребителей электроэнергии (далее – энергообъекты).

МВИ предназначена для применения с целью получения результатов измерений потерь напряжения в диапазоне от 0,02 до 2 В в цепях напряжения трехфазных счетчиков с погрешностью, не превышающей присписанной характеристики погрешности измерений.

МВИ распространяется на счетчики классов точности от 0,2S до 2,5 и ТН классов точности от 0,2 до 3, входящие в состав систем коммерческого и технического учета электроэнергии и (или) мощности.

2. Нормативные ссылки

В настоящем документе использованы ссылки на следующие стандарты.

ГОСТ 1.5—2001 Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению

ГОСТ Р ИСО 5725-1—2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения

ГОСТ Р 1.5–2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения

ГОСТ Р 8.563–2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений

ГОСТ 12.2.007.0–75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.3–75 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности

ГОСТ 12.3.019–80 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ 1983–2001 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия

3. Термины и определения

В настоящем документе в соответствии с ГОСТ Р 8.563 применены следующие термины с соответствующими определениями.

3.1 методика (метод) измерений (методика измерений): Совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.

3.2 присписанная характеристика погрешности измерений: Установленная характеристика погрешности любого результата совокупности измерений, полученного при соблюдении требований и правил данной методики.



3.3 показатель точности измерений: Установленная характеристика точности любого результата измерений, полученного при соблюдении требований и правил данной методики измерений.

Примечание – В качестве показателя точности методики измерений могут быть использованы характеристики погрешности измерений, показатели неопределенности измерений в соответствии с [3], показатели точности по ГОСТ Р ИСО 5725-1.

4. Требования к точности измерений

Приписанная характеристика погрешности результата измерений потерь напряжения - границы допускаемой относительной погрешности измерений потерь напряжения по данной МВИ при доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышает:

$\pm 3\%$ при выполнении измерений в нормальных условиях эксплуатации, указанных в разделе 9;

$\pm 7\%$ при выполнении измерений в рабочих условиях эксплуатации, указанных в разделе 9.

5. Средства измерений, вспомогательные устройства

5.1 При выполнении измерений применяют средства измерений (СИ) и другие технические средства, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики средств измерений

Наименование СИ, технического средства	Наименование измеряемой величины	Метрологические характеристики СИ	
Мультиметр «Ресурс-ПЭ»	Действующее значение переменного напряжения	Диапазон измерений: от 0,015 до 300 В;	
		Предел допускаемой основной относительной погрешности:	
		$\pm 0,2$	$15B \leq U \leq 300B$
		± 1	$0,15B \leq U < 15B$
		± 2	$0,015B \leq U \leq 0,15B$
Термогигрометр ТКА-ПКМ (модель 20)	Температура окружающего воздуха	Диапазон измерений от 0°C до 40 °C; Предел допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 0,5$ °C	

5.2 При выполнении измерений по данной МВИ допускается применение СИ из числа внесенных в Государственный реестр СИ, обеспечивающих измерения потерь напряжения с приписанной характеристикой погрешности, регламентированной в разделе 4, или более точных.

5.3 СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

6. Методы измерений

6.1 Метод измерения потерь напряжения в линии соединения счетчика с измерительным трансформатором напряжения в условиях эксплуатации с



использованием двух приборов с функциями измерения относительной разности напряжения основан на измерении отклонения напряжения основной частоты по первому каналу одного измерителя от значения, принятого по радиоканалу от другого измерителя.

6.2 На рисунках 1, 2, 3 представлены схемы измерения потерь напряжения для различных схем включения ТН.

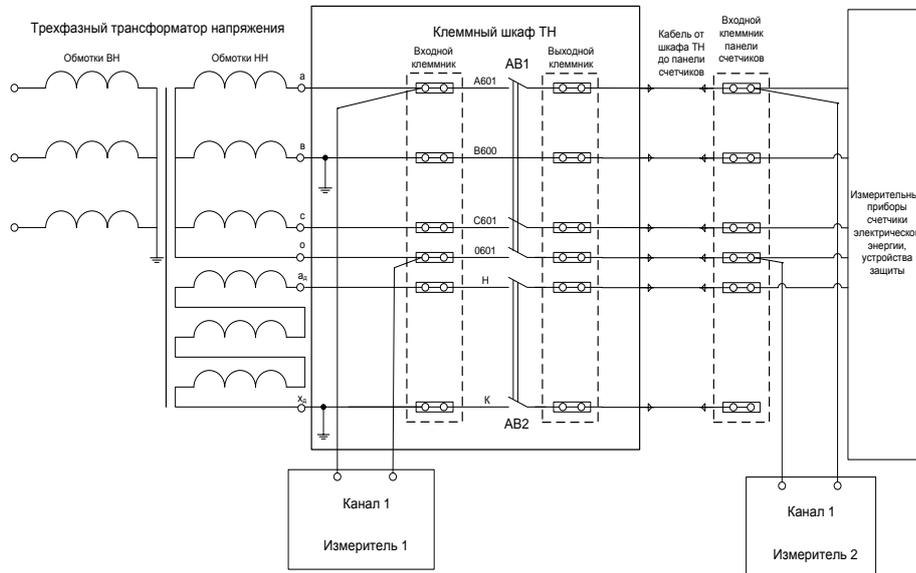


Рис. 1 Схема измерения потерь напряжения во вторичных цепях трехфазного трансформатора.
АВ1 - автоматический выключатель вторичных цепей основной измерительной обмотки (звезда);
АВ2 - автоматический выключатель вторичных цепей дополнительной обмотки (разомкнутый треугольник);
А, В, С - высоковольтные выводы первичной обмотки ТН;
а, в, с, о - выводы основной измерительной вторичной обмотки;
а_д - х_д - выводы дополнительной вторичной обмотки;
А601, В600, С601, 0601; Н, К - маркировка основных и дополнительных вторичных цепей ТН;

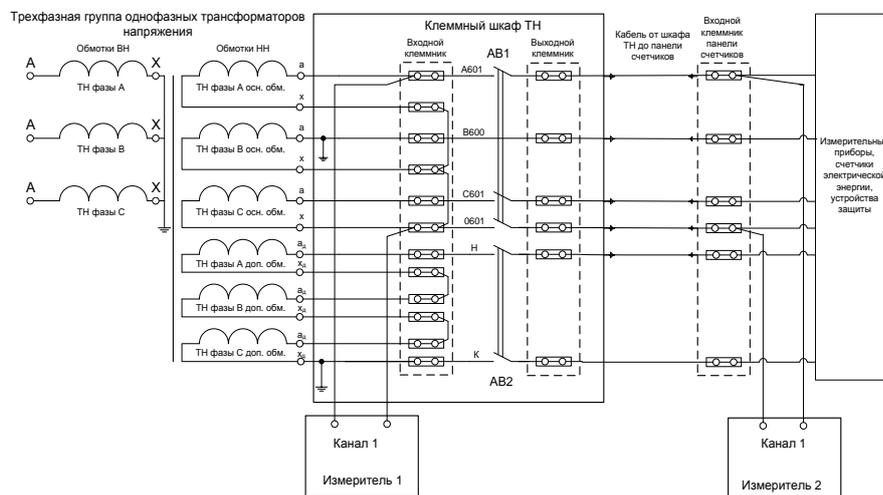


Рис. 2 Схема измерения потерь напряжения во вторичных цепях однофазных трансформаторов трехфазной группы.
АВ1 - автоматический выключатель вторичных цепей основных измерительных обмоток;
АВ2 - автоматический выключатель вторичных цепей дополнительных обмоток;
А - X - выводы первичной обмотки ТН;
а - x - выводы основных измерительных вторичных обмоток (звезда собрана на входном клеммнике);
а_д - х_д - выводы дополнительных вторичных обмоток (разомкнутый треугольник собран на входном клеммнике);
А601, В600, С601, 0601; Н, К - маркировка основных и дополнительных вторичных цепей ТН;

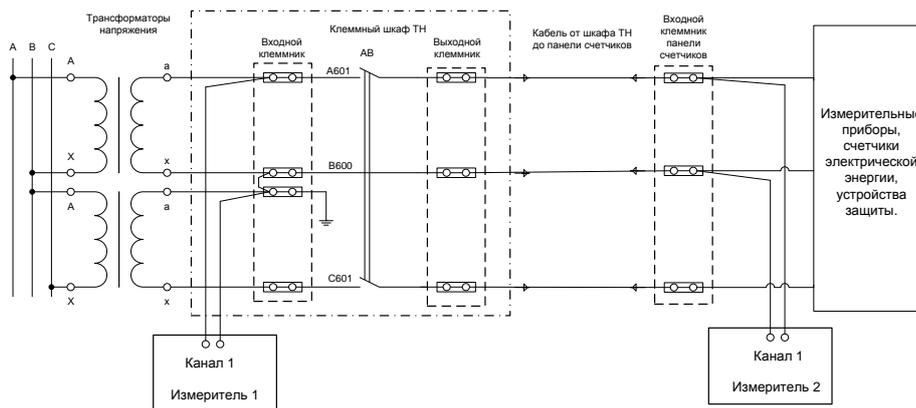


Рис. 3 Схема измерения потерь напряжения во вторичных цепях двух однофазных трансформаторов трехфазной группы, включенных на линейное напряжение по трехпроводной схеме.
АВ - автоматический выключатель вторичных цепей;
А-Х - выводы первичных обмоток;
а-х - выводы вторичных обмоток (средняя точка собрана на клеммнике);
А601, В600, С601 - маркировка вторичных цепей ТН;

7. Требования безопасности

7.1 При выполнении измерений соблюдают требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.3, ГОСТ 12.3.019, эксплуатационными документами на ТН, счетчики и СИ напряжения.

7.2 Корпуса измерительных приборов должны быть заземлены.

8. Требования к квалификации операторов

8.1 К выполнению измерений и обработке их результатов допускают лиц, подготовленных в соответствии с требованиями, указанными в 7.1, имеющих квалификационную группу по электробезопасности не ниже III и обученных выполнению измерений вторичной нагрузки ТТ. В электроустановках выше 1000 В работы проводит бригада в составе не менее двух человек, один из которых имеет группу не ниже IV.

8.2 В состав бригады должен быть включен представитель службы релейной защиты и автоматики организации, на территории которой проводятся измерения по настоящей методике.

8.3 К выполнению измерений допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации измерителя и освоившие технику работы с ним.

8.4 К обработке результатов измерений допускают лиц с образованием не ниже среднего специального.

9. Условия выполнения измерений

9.1 При выполнении измерений соблюдают условия, приведенные в таблице 2.



Таблица 2 – Условия выполнения измерений

Наименование присоединения	Наименование измеряемой величины	Наименование влияющей величины	Значение влияющей величины	
			номинальное (нормальное)	допускаемое по МВИ (рабочее)
	Напряжение переменного тока	Температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5	От 0 до 40
		Частота, Гц	50 ± 0,5	50 ± 0,5

9.2 При использовании СИ, отличных от указанных в таблице 1, в таблице 2 указывают влияющие величины и их значения, соответствующие установленным в эксплуатационных документах применяемых СИ и требованиям настоящей МВИ к точности измерений потерь напряжения по разделу 4.

10. Подготовка к выполнению измерений

10.1 При подготовке к выполнению измерений проводят следующие работы.

10.1.1 Подготавливают перечень линий присоединения счетчика к ТН для измерений потерь напряжения.

10.1.3 Проверяют соответствие цепей ТН и счетчика схемам их включения.

10.1.4 Собирают схему измерений, показанную на рисунках 1, 2 или 3.

10.2 Для ТН, к которым подключен не только счетчик, но и другие измерительные приборы, а также устройства защиты и автоматики, определяют режимы работы сети и условия, при которых имеет место максимальная нагрузка на ТН в режиме измерений электроэнергии.

10.2.1 Выполняют необходимые операции для создания максимальной нагрузки ТН по 10.2.

10.3 Подготавливают СИ к измерениям.

10.3.1 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке (калибровке) СИ.

10.3.2 Проводят подготовку и настройку режимов работы СИ согласно их эксплуатационной документации.

10.4 В местах выполнения измерений определяют значения влияющих величин и проверяют их на соответствие требованиям, приведенным в таблице 2.

10.4.1 При превышении влияющими величинами значений, допускаемых по таблице 2, проводят мероприятия по обеспечению требуемых условий выполнения измерений.

10.5 Подготавливают формы записи исходных данных, результатов измерений и расчетов, а также протоколов измерений.

11. Выполнение измерений

11.1 Работы при выполнении измерений потерь напряжения проводятся двумя лицами (одним – у шкафа зажимов ТН, другим – у панелей щита управления), между которыми установлена двусторонняя связь (телефонная, радиосвязь и т.п.).



11.2 При выполнении измерений потерь напряжения проводят следующие операции:

- проводят взаимную калибровку и синхронизацию времени измерителей;
- в соответствии с рисунком 1 (2, 3) подключают один измеритель на ближайшем к ТН клеммнике, а другой – на ближайшем к счетчику клеммнике;
- в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИ измеряют относительную разность напряжений;
- результаты измерений записывают в протокол.

12.Обработка (вычисление) результатов измерений

12.1 Обработку результатов измерений падений напряжения для определения потерь напряжения выполняют следующими образом.

12.1.1 За потери фазного (линейного) напряжения принимают относительную разность напряжений, измеренную двумя измерителями.

12.1.2 Относительные потери линейного напряжения $\delta U_{\text{лин}}$, %, в линиях (проводах) присоединения счетчика к ТН вычисляют по формуле

$$\delta U_{\text{лин}} = \frac{\Delta U_{\text{лин}}}{U_{2\text{ном}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $\Delta U_{\text{лин}}$ – относительная разность линейных напряжений, измеренная двумя измерителями,

$U_{2\text{ном}}$ – номинальное напряжение основной вторичной обмотки ТН (паспортное значение), В,

а относительные потери фазного напряжения $\delta U_{\text{ф}}$, %, в линиях (проводах), соединяющих счетчик с ТН, рассчитывают по формуле

$$\delta U_{\text{ф}} = \frac{\Delta U_{\text{ф}}}{U_{2\text{ном}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $\Delta U_{\text{ф}}$ – относительная разность фазных напряжений, измеренная двумя измерителями.

Полученные значения относительных потерь напряжения $\delta U_{\text{лин}}$ и $\delta U_{\text{ф}}$ указывают в соответствующих графах таблицы А.2 (приложение А).

Примечание – Необходимость расчета потерь линейного или фазного напряжения определяется схемой включения цепей напряжения счетчика во вторичную цепь ТН.

12.1.3 Результаты измерений относительных потерь напряжения в цепях присоединения счетчиков к ТН записывают в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

12.1.4 Для проверки соответствия требованиям [4] используют наибольшее из полученных по 12.1.2 трех значений потерь напряжения (фазного или линейного в соответствии со схемой включения счетчиков во вторичную цепь ТН).

12.2 Относительную погрешность измерений потерь напряжения определяют для наибольшего значения потерь, указанного в 12.1.4, следующим способом.

12.2.1 За относительную погрешность измерений принимают инструментальную погрешность.

12.2.2 Если фактические условия выполнения измерений соответствуют нормальным условиям применения СИ, т.е. фактические значения влияющих величин не выходят за границы нормальных значений (см. таблицу 2), то предел относительной погрешности измерений потерь напряжения $\delta_{\text{лин (ф)}}$, %, вычисляют по формуле



$$\delta_{\text{лин (ф)}} = \pm 1,56 \delta_{U0} \quad (3)$$

где δ_{U0} – основная относительная погрешность измерений напряжения, %.

12.2.3 Относительную погрешность δ_{U0} %, определяют по паспортным данным используемых СИ напряжения.

12.2.4 Если фактические значения влияющих величин по 10.4.2 отличаются от нормальных, но не выходят за границы допускаемых МВИ значений (см. графу 5 таблицы 2), границы относительной погрешности измерений мощности нагрузки ТН δ_s , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{лин (ф)}} = \pm 1,1 \sqrt{2\delta_{U0}^2 + \sum_{i=1}^m \delta_U^2(\xi_i)}, \quad (4)$$

где δ_{U0} – основная погрешность СИ напряжения, тока, %;

$\delta_U(\xi_i)$ – дополнительная погрешность СИ напряжения от влияющей величины ξ_i соответственно, %;

m – число влияющих величин, определяемое по паспортным данным СИ напряжения.

12.2.5 Дополнительные погрешности СИ напряжения от влияющих величин $\delta_U(\xi_i)$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_U(\xi_i) = F_U(\xi_i) \cdot \Delta \xi_i, \quad (5)$$

где $F_U(\xi_i)$ – функции влияния, определяемые по паспортным данным СИ напряжения;

$\Delta \xi_i$ – отклонение фактического значения влияющей величины $\xi_{i\text{ф}}$ от ее нормального значения $\xi_{i\text{норм}}$ (в допускаемых границах), вычисляемое по формуле:

$$\Delta \xi_i = |\xi_{i\text{ф}} - \xi_{i\text{норм}}| \quad (6)$$

12.2.6 В соответствии с таблицей 2 в качестве влияющих величин ξ_i приняты:

ξ_1 – температура окружающего воздуха;

ξ_2 – частота;

12.2.7 Полученное значение относительной погрешности измерений потерь напряжения $\delta_{\text{лин (ф)}}$ записывают числом, содержащим не более двух значащих цифр.

13. Оформление результатов измерений

13.1 Результаты измерений оформляют согласно приложению А.

13.2 Результаты измерений оформляют протоколом, форма которого приведена в приложении Б. При этом, в протоколе делается заключение о соответствии (или несоответствии) потерь напряжения требованиям [4].

13.3 Результаты измерений, оформленные документом по 13.2, удостоверяет лицо, проводившее измерения от уполномоченной организации, а также административно ответственное лицо от организации-заказчика (руководитель, главный инженер, главный метролог предприятия, начальник цеха, участка или другое лицо).

14. Процедуры и периодичность контроля точности получаемых результатов измерений

14.1 Основной целью периодического контроля точности измерений потерь напряжения в линии соединения ТН и счетчика (далее – контроль точности) является проверка правильности выполнения операций и соблюдения правил и условий выполнения измерений, регламентированных МВИ, а также проверка удовлетворения требований к точности измерений по разделу 4.



14.2 Периодический контроль точности проводят один раз в 4 года или через интервалы времени, установленные согласно местным инструкциям энергообъекта.

14.3 Периодический (внеочередной) контроль точности также проводят при:

- изменении схемы вторичных цепей ТН;
- замене счетчиков или ТН;
- отклонении условий применения СИ от допускаемых рабочих условий;
- превышении измеренных значений потерь напряжения пределов допускаемых потерь напряжения, установленных [4].

14.4 По результатам контроля точности в МВИ могут быть при необходимости изменены требования к точности измерений вторичной нагрузки ТТ по разделу 4, а также внесены изменения в другие разделы МВИ.

Изменения, внесенные в МВИ, должны быть зарегистрированы в листе регистрации изменений приведенном в приложении В или оформлены в виде отдельного документа («Изменения МВИ»), согласованного и утвержденного в установленном порядке в соответствии с ГОСТ Р 8.563 и [1].



Приложение Б (рекомендуемое)

Протокол измерений потерь напряжения в линиях присоединения счетчика к трансформатору напряжения

Предприятие (организация),
проводящее работу

Организация-Заказчик

(наименование)

(наименование)

ПРОТОКОЛ № _____ от _____ 20__ г.

1 Трансформатор напряжения

Тип, заводской номер, год выпуска	Обозна чение фазы	Номинальное напряжение основной вторичной обмотки $U_{2ном}$, В	Номинальная мощность, В·А, в классе точности				Схема соединения обмоток ТН и нагрузок
			0,2	0,5	1,0	3,0	
	a						
	b						
	c						

2 Счетчик электроэнергии _____, _____, _____, _____
(тип), (зав. номер), (год выпуска), (класс точности)

3 Результаты измерений

Наименование присоединения	ΔU_{a0}	ΔU_{b0}	ΔU_{c0}	$\Delta U_{ав}$	$\Delta U_{вс}$	$\Delta U_{са}$

Условия выполнения измерений: _____

4 Результаты расчета

Наименование присоединения	δU_{a0}	δU_{b0}	δU_{c0}	$\delta U_{ав}$	$\delta U_{вс}$	$\delta U_{са}$

Относительные потери напряжения, %			Погрешность измерений потерь напряжения, %
допускаемые	фактические в фазах		
	а	в	

5 Используемые средства измерений:

Тип _____, № _____, свидетельство о поверке
№ _____ поверка действ. до _____

Тип _____, № _____, свидетельство о поверке
№ _____ поверка действ. до _____



6 Заключение: Потери напряжения требованиям [4] _____
(соответствуют,
_____ не соответствуют (указать фазу))

7 Погрешность из-за потери напряжения: \pm %.

Измерения выполнили: _____ (_____)

Протокол проверил: _____ (_____)

Приложение В
(рекомендуемое)
Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в МВИ	№ докум.	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

Примечания

1 В графе «Изм.» указывают порядковый номер изменения документа.

2 Графу «Всего листов (страниц, в докум.» заполняют в случае заполнения граф «Номера листов (страниц) новых» и (или) «номера листов (страниц) аннулированных», в остальных случаях графу прочеркивают.

3 В графе «№ докум.» указывают обозначение извещения об изменении или иного документа, на основании которого изменение вводится (постановление, приказ и т.п.).

4 Изменение, внесенное в МВИ, удостоверяет своей подписью лицо, утвердившее МВИ.



Библиография

- [1] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
- [2] Рекомендации по стандартизации РМГ 29—99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения
- [3] Рекомендации по стандартизации РМГ 43—2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений»
- [4] Правила устройства электроустановок – М.: Госэнергонадзор, 2000